

**Machine translation JP2000131610**

(19) **Publication country** Japan Patent Office (JP)  
(12) **Kind of official gazette** Open patent official report (A)  
(11) **Publication No.** JP,2000-131610,A (P2000-131610A)  
(43) **Date of Publication** May 12, Heisei 12 (2000. 5.12)  
(54) **Title of the Invention** Zoom lens  
(51) **The 7th edition of International Patent Classification**

G02B 15/16  
13/18

**FI**

G02B 15/16  
13/18

**Request for Examination** Un-asking.

**The number of claims** 24

**Mode of Application** OL

**Number of Pages** 15

(21) **Application number** Japanese Patent Application No. 10-307337

(22) **Filing date** October 28, Heisei 10 (1998. 10.28)

(71) **Applicant**

**Identification Number** 000002185

**Name** Sony Corp.

**Address** 6-7-35, Kitashinagawa, Shinagawa-ku, Tokyo

(72) **Inventor(s)**

**Name** Sueyoshi Authentic history

**Address** 6-7-35, Kitashinagawa, Shinagawa-ku, Tokyo A Sony stock meeting in the company

(74) **Attorney**

**Identification Number** 100069051

**Patent Attorney**

**Name** Komatsu Yuji

**Theme code (reference)**

2H087

**F term (reference)**

2H087 KA03 MA15 PA06 PA07 PA19 PB09 QA02 QA06 QA17 QA21 QA26 QA32 QA37 QA42 QA45

**(57) Abstract**

**Technical problem** the optimal variable power ratio for small image pick-up devices, such as a video camera and a digital still camera, -- an about 3-time small zoom lens is offered.

**Means for Solution** The 1st lens group GR1 which has forward refractive power from a body side in order to an image surface IMG side, The 2nd lens group GR2 which has negative refractive power, and the 3rd lens group GR3 which has forward refractive power, In the zoom lens which was made to perform zooming by consisting of the 4th lens group GR4 which has forward refractive power, and moving the 2nd lens group and the 4th lens group The 2nd lens L2 of the single lens which has the 1st lens L1 of the single lens which has negative refractive power for the 1st lens group sequentially from a body side, the prism P which bends an optical path, and forward refractive power constituted.

**Claim(s)**

**Claim 1** The 1st lens group which has forward refractive power in order from a body side to an image surface side, and the 2nd lens group which has negative refractive power, In the zoom lens it is made to have zooming performed by consisting of the 3rd lens group which has forward refractive power, and the 4th lens group which has forward refractive power, and moving the above-mentioned 2nd lens group and the 4th lens group The zoom lens with which the above-mentioned 1st lens group is characterized by being constituted with the 2nd lens of the 1st lens of the single lens which has negative refractive power, the prism with which an optical path is bent, and the single lens with which it has forward refractive power sequentially from a body side.

**Claim 2** The zoom lens according to claim 1 characterized by making it satisfy the following conditions.

$ndL1 > 1.75$  nudL 1 < 30, however ndL1: -- the refractive index in d line of the 1st lens, and nudL1: -- it considers as the Abbe number in d line of the 1st lens.

**Claim 3** The zoom lens according to claim 1 characterized by constituting the field of at least 1 of the 1st lens according to the aspheric surface.

**Claim 4** The zoom lens according to claim 1 characterized by making into a convex the field it turned **field** to the body side of the 1st lens.

**Claim 5** The zoom lens according to claim 2 characterized by making into a convex the field it turned **field** to the body side of the 1st lens.

**Claim 6** The zoom lens according to claim 3 characterized by making into a convex the field it turned **field** to the body side of the 1st lens.

**Claim 7** The zoom lens according to claim 1 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group according to the aspheric surface.

**Claim 8** The zoom lens according to claim 2 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group according to the aspheric surface.

**Claim 9** The zoom lens according to claim 3 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group according to the aspheric surface.

**Claim 10** The zoom lens according to claim 4 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group according to the aspheric surface.

**Claim 11** The zoom lens according to claim 5 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group according to the aspheric surface.

**Claim 12** The zoom lens according to claim 6 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group according to the aspheric surface.

**Claim 13** The zoom lens indicated to claim 1 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the fGR1:lens **1st** group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 14** The zoom lens indicated to claim 2 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the fGR1:lens **1st** group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 15** The zoom lens indicated to claim 3 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the fGR1:lens **1st** group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 16** The zoom lens indicated to claim 4 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the fGR1:lens **1st** group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 17** The zoom lens indicated to claim 5 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the fGR1:lens **1st** group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 18** The zoom lens indicated to claim 6 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the fGR1:lens **1st** group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 19** The zoom lens indicated to claim 7 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the fGR1:lens **1st** group, fw: Consider as the

focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 20** The zoom lens indicated to claim 8 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the  $f_{GR1}$ :lens **1st** group,  $fw$ : Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 21** The zoom lens indicated to claim 9 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the  $f_{GR1}$ :lens **1st** group,  $fw$ : Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 22** The zoom lens indicated to claim 10 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the  $f_{GR1}$ :lens **1st** group,  $fw$ : Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 23** The zoom lens indicated to claim 11 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the  $f_{GR1}$ :lens **1st** group,  $fw$ : Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

**Claim 24** The zoom lens indicated to claim 12 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < f_{GR1}/fw < 12$  however the focal distance of the  $f_{GR1}$ :lens **1st** group,  $fw$ : Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

## Detailed Description of the Invention

### 0001

**Field of the Invention** This invention relates to the optimal zoom lens of variable power ratio 3-double extent for a small video camera, a digital still camera, etc.

### 0002

**Description of the Prior Art** If it is in small image pick-up equipments, such as a video camera and a digital still camera, in recent years, much more miniaturization is called for and the lens for photography and the miniaturization according **especially a zoom lens** to compaction of an overall length etc. are called for in connection with this.

**0003** Moreover, if it is in the above-mentioned lens for photography, and the thing for digital still cameras especially, the demand to a zoom lens including the wide angle region whose field angle in a wide angle edge is about 70-80 degrees is increasing with the miniaturization, and improvement in the lens engine performance is also simultaneously called for corresponding to the raise in the pixel of an image sensor.

### 0004

**Problem(s) to be Solved by the Invention** As a small zoom lens for small image pick-up equipments, there is a zoom lens of 2 group configurations of the retro focus type which consists of the 1st lens group which has a negative refractive index, and the 2nd lens group which has forward refractive power sequentially from a body side. However, if it is in the zoom lens of such 2 group configurations, it is difficult to enlarge a variable power ratio, and since an overall length also changes with zooming actuation, as a small object for image pick-up devices, it is disqualified.

**0005** Moreover, there is a zoom lens of 4 group configurations which consist of the 1st lens group which has forward refractive power, the 2nd lens group (BARIETA) which has negative refractive power, the 3rd lens group (compensator) which has forward refractive power, and the 4th lens group (master) which has forward refractive power sequentially from a body side. However, since an overall length becomes long, the zoom lens of such 4 group configurations is disqualified as a small object for image pick-up devices.

**0006** Furthermore, the 1st lens group which has forward refractive power sequentially from a zoom lens **which was indicated by JP,8-248318,A**, i.e., body, side, Like the zoom lens of 4 group configurations which consist of the 2nd lens group (BARIETA) which has negative refractive power, the 3rd lens group (compensator) which has forward refractive power, and the 4th lens group (master) which has forward refractive power Arrange prism between the lenses of the location by the side of the body of the 1st lens group, and prism is inserted for the 1st lens group in between. Although there are some which shortened order length by bending an optical path with prism while dividing into the lens group which has forward refractive power in

a body side at a negative and image surface side and constituting an afocal system. This type of zoom lens had much configuration number of sheets of a lens, and, moreover, had the trouble that an overall length will also still be long and a manufacturing cost will also become high.

**0007** this invention -- the above-mentioned trouble -- taking an example -- the optimal variable power ratio for small image pick-up devices, such as a video camera and a digital still camera, -- let it be a technical problem to offer an about 3-time small zoom lens.

**0008**

**Means for Solving the Problem** In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention zoom lens The 1st lens group which has forward refractive power in order from a body side to an image surface side, and the 2nd lens group which has negative refractive power, In the zoom lens which was made to perform zooming by consisting of the 3rd lens group which has forward refractive power, and the 4th lens group which has forward refractive power, and moving the above-mentioned 2nd lens group and the 4th lens group. The 2nd lens of the 1st lens of the single lens which has negative refractive power for the 1st lens group sequentially from a body side, the prism which bends an optical path, and the single lens which has forward refractive power constitutes.

**0009** therefore, the optimal variable power ratio for small image pick-up devices, such as a video camera and a digital still camera, -- it becomes possible to miniaturize an about 3-time zoom lens.

**0010**

**Embodiment of the Invention** Below, the gestalt of operation of this invention zoom lens is explained with reference to an accompanying drawing. In addition, as for drawing 1 thru/or drawing 4, the gestalt (numerical example 2), drawing 9, or drawing 12 of the 2nd operation shows the gestalt (numerical example 3) of the 3rd operation, respectively, as for the gestalt (numerical example 1), drawing 5 R> 5, or drawing 8 of the 1st operation.

**0011** The common matter in introduction and the gestalt of each operation is explained.

**0012** In the following explanation, "Si" is counted from a body side. In addition, the i-th field, "Ri" The radius of curvature of the above-mentioned field Si, the spacing between the "di" body side to the i-th field, and the i+1st fields, In "ndLi", the Abbe number in d line of the i-th lens (Li) and "f" shall show the focal distance of the lens whole system, and, as for the refractive index in d line (wavelength of 587.6nm) of the i-th lens (Li), and "nudLi", "Fno." shall show an open F value and "omega" half field angle. However, as for that by which P, LP, IR, and CG were added after nd or nud, the refractive index or the Abbe number of cover glass of prism, a low pass filter, an infrared cut-off filter, and an image sensor shall be shown, respectively.

**0013** Moreover, that from which a lens side is constituted by the aspheric surface is also contained in the lens used in the gestalt of each operation.

**0014** If the radius of curvature in "x" and lens top-most vertices is set to "r" and it sets a cone constant to "kappa" for the depth (distance of the direction of an optical axis from the top-most vertices of a lens side) of the aspheric surface, an aspheric surface configuration  $x = (y^2/r)/1 + (1 - \kappa - y^2/r^2)^{1/2} + C_4, y^4 + C_6, y^6 + C_8$  and  $y^8 + C_{10}$ , and  $y_{10}$  shall define. In addition,  $C_4, C_6, C_8$ , and  $C_{10}$  are the 4th aspheric surface multipliers **6th / 8th / 10th**, respectively.

**0015** The zoom lenses 1, 2, and 3 in the 1st thru/or the 3rd example consist of the 1st lens group GR1 which has forward refractive power in order from a body side to an image surface IMG side, the 2nd lens group GR2 which has negative refractive power, the 3rd lens group GR3 which has forward refractive power, and the 4th lens group GR4 which has forward refractive power, as shown in drawing 1, drawing 5, and drawing 9. The prism with which a zoom lens 1 thru/or 3 have been arranged in the meantime **two lenses and in the meantime** to which the 1st lens group GR1 changes from the 1st lens L1 and the 2nd lens L2, three lenses and the 3rd lens group GR3 to which the 2nd lens group GR2 changes from the 3rd lens L3, the 4th lens L4, and the 5th lens L5 -- 6th lens L6 -- and The 4th lens group GR4 is a thing of a four nine groups configuration which has three lenses which consist of the 7th lens L7, the 8th lens L8, and the 9th lens L9, respectively.

**0016** Moreover, it extracts between the 2nd lens group GR2 and the 3rd lens group GR3, and the cover glass CG of a low pass filter LP and the infrared cut-off filters IR and CCD is arranged for ID sequentially from the body side between the 4th lens group GR4 and the image surface IMG.

**0017** And from a body side, when it is made to perform zooming and zooming is carried out to a long focal distance edge (tele edge) from a short focal distance edge (wide angle edge) by moving the above-mentioned 2nd lens group GR2 and the 4th lens group GR4, the 2nd lens silver GR2 moves the 4th lens group GR4 to an image surface side so that an image position

**0018** In addition, it succeeds in a zoom lens 1 thru/or focal adjustment of 3 by moving the 4th lens group GR4.

**0020** As for a zoom lens 1 thru/ or 3, it is desirable that satisfy the following conditional expression 1 and conditional expression 2, or at least one field constitutes according to the aspheric surface among each side of \*\*\*\* 1 lens L1.

nudL 1 < 30 (conditional expression 2)

**0021** Conditional expression 1 is for specifying the yield of distortion aberration with the 1st lens L1 which is a single lens which has the negative refractive power which constitutes the 1st lens group GR1 which has forward refractive power. If the value of ndL1 becomes out of range in being prescribed by conditional expression 1, the yield of distortion aberration will become large to the refractive power of the 1st lens group GR1 needed, and it will become impossible that is, for the aspheric surface of the 4th lens group GR4 to amend this.

**0023** Moreover, as for the field S1 by the side of the body of a zoom lens 1 thru/or the 1st lens L1 of 3, it is desirable that it is a convex towards a body side. This is because the negative distortion aberration which the above-mentioned field S1 generates on this concave surface S1 as it is concave towards a body side becomes large and it becomes difficult to amend this in the lens whole system.

**0025** Thus, if the aspheric surface constitutes at least one field among the lens sides in the 4th lens group GR4 The negative distortion aberration in the wide angle edge generated by the 1st lens group GR1 can be amended now. By this Power of a single lens (the 1st lens) L1 which has the negative refractive power of the 1st lens group GR1 can be strengthened now, and a larger field angle can be obtained now.

4.5 < fGR1/fw < 12 (conditional expression 3)

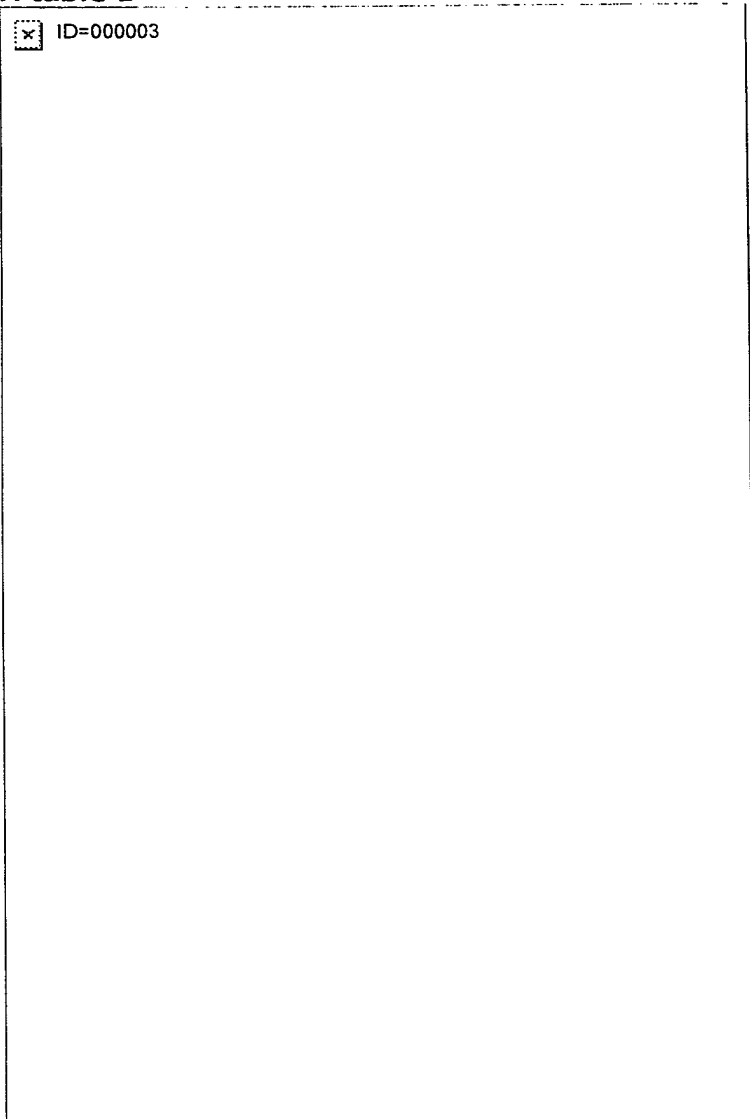
**0027** Conditional expression 3 specifies the ratio of the focal distance of the 1st lens group GR1 which has forward refractive power, and the focal distance of the lens whole system. Namely, if the value of  $f_{GR1}/f_w$  becomes 4.5 or less, the forward power of the 1st lens group GR1 will become strong too much. **whether with this single lens L2, amendment of spherical aberration becomes whether to be impossible by 2nd lens L2 power which has the forward refractive power in the 1st lens group GR1 and which is a single lens becoming large, and** Or the power of the 1st lens which is a single lens which has negative refractive power will become weak, and sufficient extensive field angle-ization will become difficult. Moreover, if the value of  $f_{GR1}/f_w$  becomes 12 or more, the forward power of the 1st lens group GR1 becomes weak too much, a zoom lens 1 thru/or the overall length of 3 will become long, and a miniaturization will become difficult.

**0029** Each numeric value of a zoom lens 1 is shown in a table 1. In addition, the field which wrote (ASP) in addition after the numeric value of Ri is constituted by the aspheric surface (the

same is said also of the table 4 and table 7 which are mentioned later.

0030

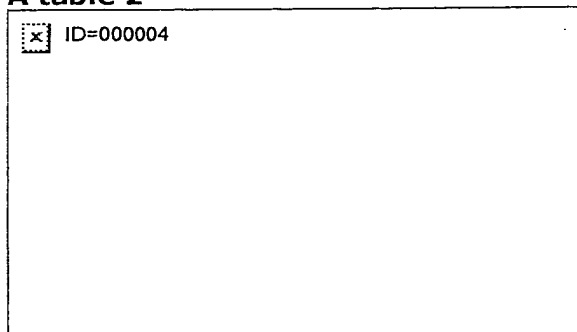
### A table 1



**0031** As shown in the above-mentioned table 1, in connection with zooming of a zoom lens 1, and focusing actuation, spacings d7, d12, d15, and d19 are adjustable (variable). Therefore, FNo., and f and omega are shown in a table 2 at each numeric value of d7, d12, d15, and d19 in the medium focal location (f= 9.0) of a wide angle edge (f= 5.3), a tele edge (f= 15.6) and a wide angle edge, and a tele edge, and a list.

0032

## A table 2



**0033** Moreover, the field S19 by the side of the field S14 by the side of the body of 5th lens L6 of the 3rd lens group GR3 and the image surface of the 9th lens L9 of the 4th lens group GR4 is constituted by the aspheric surface. The 4th aspheric surface coefficient C **6th / 8th / 10th** 4 of the above-mentioned fields S14 and S19, and C6, C8 and C10 are shown in the following table 3.

**0034**

**A table 3**

<input type="checkbox"/> ID=000005
------------------------------------

**0035** In addition, "E" in the above-mentioned table 3 shall mean the exponential notation which uses 10 as a bottom. (Also setting to the table 7 and table 11 which are mentioned later the same.) .


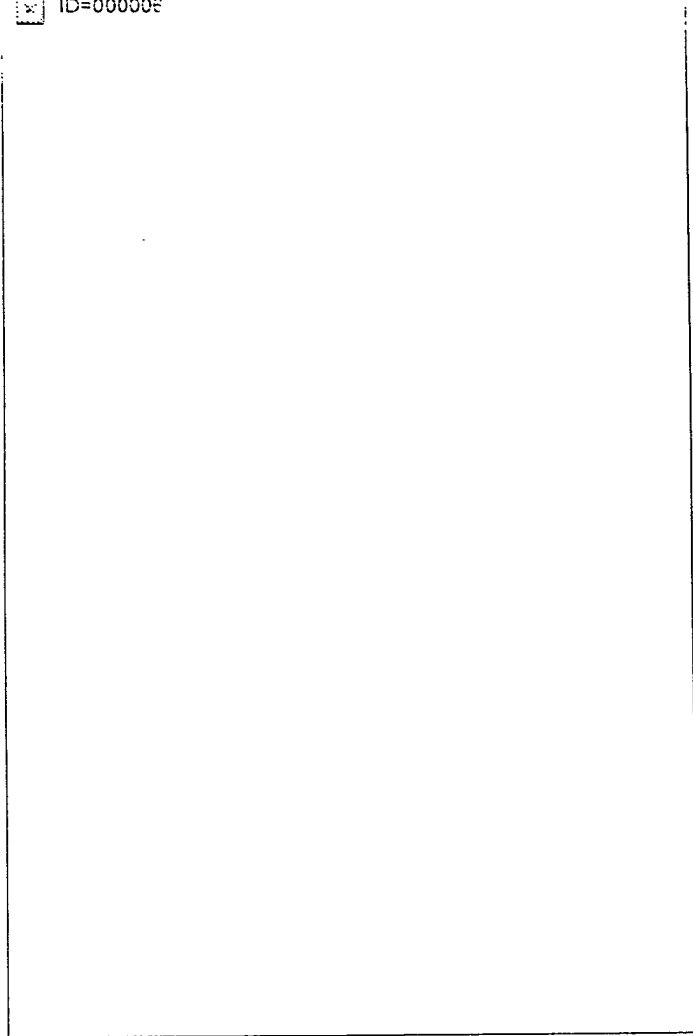
**0036** Drawing showing the spherical aberration in the medium focal location and tele edge of a wide angle edge, a wide angle edge, and a tele edge, the astigmatism, and distortion aberration of a zoom lens 1 is shown in drawing 2 thru/or drawing 4 , respectively. In addition, in spherical-aberration drawing, e line (wavelength of 546.1nm) and a dotted line (broken line with a shorter pitch) show a value in / **alternate long and short dash line / C line (wavelength of 656.3nm)**, and / **d line and a broken line, and / in a two-dot chain line / g line (wavelength of 435.8nm)** , and a continuous line shows a value in / **a continuous line and / in a broken line / a meridional image surface** in astigmatism drawing. **an F line (wavelength of 486.1nm) the sagittal image surface**

**0037** In the above-mentioned zoom lens 1, \*\*\*\* of the image surface by the eccentricity within the 4th lens group GR4 is made small, and it is made to make manufacture easy by constituting the 4th lens group GR4 with the cemented lens of three lenses L7, L8, and L9.

**0038** Each numeric value of a zoom lens 2 is shown in a table 4.

**0039**


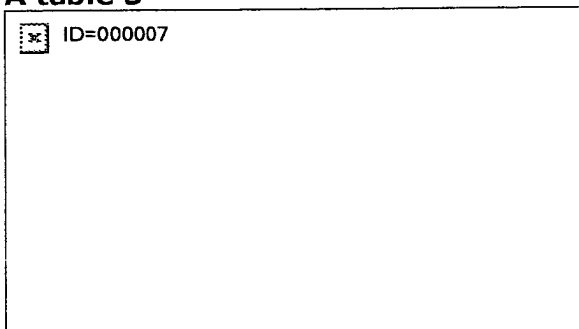
**A table 4**

 ID=000006

**0040** As shown in the above-mentioned table 4, in connection with zooming of a zoom lens 2, and focusing actuation, spacings  $d_7$ ,  $d_{12}$ ,  $d_{15}$ , and  $d_{20}$  are adjustable (variable). Therefore,  $FNo.$ , and  $f$  and  $\omega$  are shown in a table 5 at each numeric value of  $d_7$ ,  $d_{12}$ ,  $d_{15}$ , and  $d_{20}$  in the medium focal location ( $f = 9.0$ ) of a wide angle edge ( $f = 5.3$ ), a tele edge ( $f = 15.5$ ) and a wide angle edge, and a tele edge, and a list.

**0041**

**A table 5**

 ID=000007

**0042** Moreover, the field S14 by the side of the body of 6th lens L6 of the 3rd lens group GR3, the field S19 by the side of the body of the 9th lens L9 of the 4th lens group GR4, and the field S20 by the side of the image surface are constituted by the aspheric surface. The 4th aspheric surface coefficient **C 6th / 8th / 10th** 4 of the above-mentioned fields S14, S19, and S20, and C6, C8 and C10 are shown in the following table 6.

**0043**



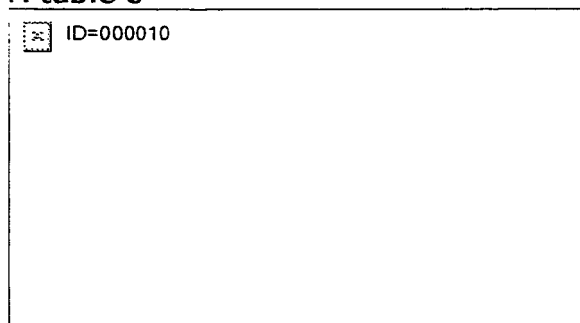
☒ ID=000008

### A table 7

[x] ID=000009

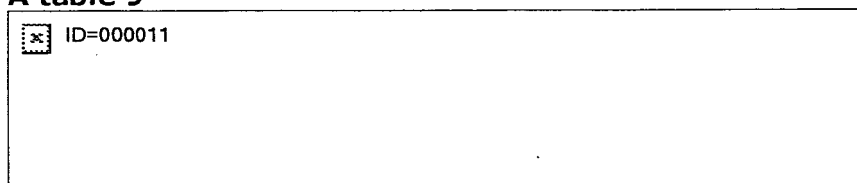
[illegible]

0049

**A table 8**

**0050** Moreover, the field S19 by the side of the field S2 by the side of the image surface of the 1st lens L1 of the 1st lens group, the field S14 by the side of the body of 6th lens L6 of the 3rd lens group GR3, and the image surface of the 9th lens L9 of the 4th lens group GR4 is constituted by the aspheric surface. The 4th aspheric surface coefficient C **6th / 8th / 10th** 4 of the above-mentioned fields S2, S14, and S19, and C6, C8 and C10 are shown in the following table 3.

0051

**A table 9**

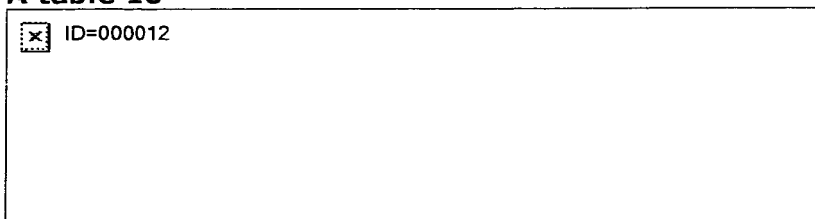
**0052** He is trying to amend the spherical aberration in a curvature of field and a long focal distance region in a zoom lens 3, by constituting the field S2 by the side of the image surface of the 1st lens L1 in the 1st lens group GR1 according to the aspheric surface, as described above.

**0053** Drawing showing the spherical aberration in the medium focal location and tele edge of a wide angle edge, a wide angle edge, and a tele edge, the astigmatism, and distortion aberration of a zoom lens 3 is shown in drawing 10 thru/or drawing 12, respectively. In addition, in spherical-aberration drawing, e line and a dotted line show a value in / **alternate long and short dash line / C line and / d line and a broken line, and / in a two-dot chain line / g line**, and a continuous line shows a value in / **a continuous line and / in a broken line / a meridional image surface** in astigmatism drawing. **an F line the sagittal image surface**

**0054** In the above-mentioned zoom lens 3, like the zoom lens 1 in the 1st example, \*\*\*\* of the image surface by the eccentricity within the 4th lens group GR4 is made small, and it is made to make manufacture easy by constituting the 4th lens group GR4 with the cemented lens of three lenses L7, L8, and L9.

**0055** Each numeric value for searching for the zoom lens 1 the conditional expression 1 of 3 thru/or the monograph affair of 3 shown in the above 1st thru/or the 3rd example and the value of a monograph affair type are shown in the following table 10.

0056

**A table 10**

**0057** As conditional expression 1 thru/or the conditions of 3 are satisfied and it is shown in each aberration drawing, in the medium focal location and tele edge of a wide angle edge, a wide angle edge, and a tele edge, various aberration is also amended with sufficient balance by

a zoom lens 1 thru/or 3, so that clearly also from the above-mentioned table 10.

**0058** Thus, the field angle in a wide angle edge is suitable for a zoom lens 1 thru/or 3 as 74 degrees and an object for digital still cameras which used the image sensor with many pixels especially since various aberration was also fully amended good including the wide angle field.

**0059** In addition, it passes over no the concrete configurations and structures of each part which were shown in the gestalt of said operation to what showed a mere example of the somatization which hits carrying out this invention, and the technical range of this invention is not restrictively interpreted by these.

#### **0060**

**Effect of the Invention** So that clearly from the place indicated above this invention zoom lens The 1st lens group which has forward refractive power in order from a body side to an image surface side, and the 2nd lens group which has negative refractive power, In the zoom lens which was made to perform zooming by consisting of the 3rd lens group which has forward refractive power, and the 4th lens group which has forward refractive power, and moving the above-mentioned 2nd lens group and the 4th lens group Since the 2nd lens of the 1st lens of the single lens which has negative refractive power for the 1st lens group sequentially from a body side, the prism which bends an optical path, and the single lens which has forward refractive power constituted the optimal variable power ratio for small image pick-up devices, such as a video camera and a digital still camera, -- an about 3-time zoom lens can be miniaturized.

**0061** Since it was made to satisfy the monograph affair of  $ndL1 > 1.75$  and  $nudL1 < 30$  if it was in the zoom lens indicated to claim 2 when  $ndL1$  was made into the refractive index in d line of the 1st lens and  $nudL1$  was made into the Abbe number in d line of the 1st lens, the distortion aberration and chromatic aberration which are generated by the 1st lens group can be amended good.

**0062** If it was in the zoom lens indicated to claim 3, since the aspheric surface constituted the field of at least 1 of the 1st lens, the spherical aberration in a curvature of field and a long focal distance region can be amended good.

**0063** If it was in invention indicated to claim 4 thru/or claim 6, since the field it turned **field** to the body side of the 1st lens was made into the convex, the negative distortion aberration from which amending in the lens whole system becomes difficult does not become large.

**0064** If it is in invention indicated to claim 7 thru/or claim 12 Since the aspheric surface constituted the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group Since the negative distortion aberration in the wide angle edge generated from the 1st lens group 2 can be effectively amended now, it becomes possible to strengthen power of the negative single lens of the 1st lens group, and a larger field angle can be obtained.

**0065** Since it was made to satisfy the conditions of  $4.5 < fGR1/fw < 12$  if it was in invention indicated to claim 13 thru/or claim 24 when  $fGR1$  was made into the focal distance of the 1st lens group and  $fw$  was made into the focal distance in the wide edge of the lens whole system, amendment of spherical aberration, the formation of sufficient extensive field angle, and a miniaturization can be attained.

### **Brief Description of the Drawings**

**Drawing 1** With drawing 2 thru/or drawing 4 , the gestalt of operation of the 1st of this invention zoom lens is shown, and this Fig. is a schematic diagram showing a lens configuration.

**Drawing 2** It is drawing showing the spherical aberration in a wide angle edge, astigmatism, and distortion aberration.

**Drawing 3** It is drawing showing the spherical aberration in the medium focal location of a wide angle edge and a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

**Drawing 4** It is drawing showing the spherical aberration in a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

**Drawing 5** With drawing 6 thru/or drawing 8 , the gestalt of operation of the 2nd of this invention zoom lens is shown, and this Fig. is a schematic diagram showing a lens configuration.

**Drawing 6** It is drawing showing the spherical aberration in a wide angle edge, astigmatism, and distortion aberration.

**Drawing 7** It is drawing showing the spherical aberration in the medium focal location of a

wide angle edge and a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

**Drawing 8** It is drawing showing the spherical aberration in a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

**Drawing 9** With drawing 10 thru/or drawing 12 , the gestalt of operation of the 3rd of this invention zoom lens is shown, and this Fig. is a schematic diagram showing a lens configuration.

**Drawing 10** It is drawing showing the spherical aberration in a wide angle edge, astigmatism, and distortion aberration.

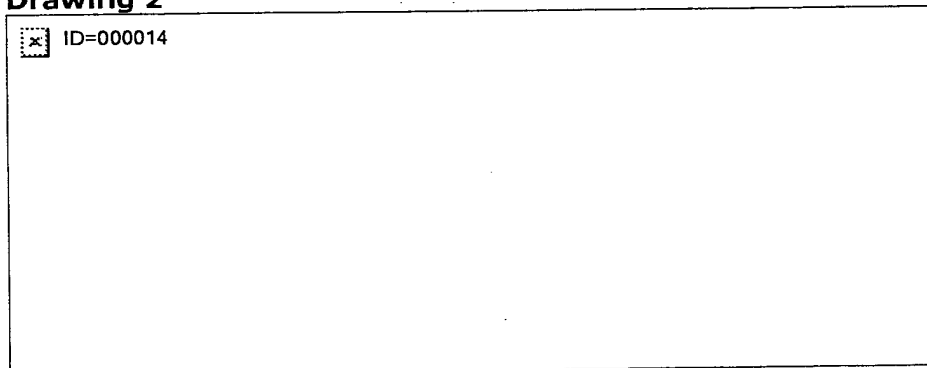
**Drawing 11** It is drawing showing the spherical aberration in the medium focal location of a wide angle edge and a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

**Drawing 12** It is drawing showing the spherical aberration in a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

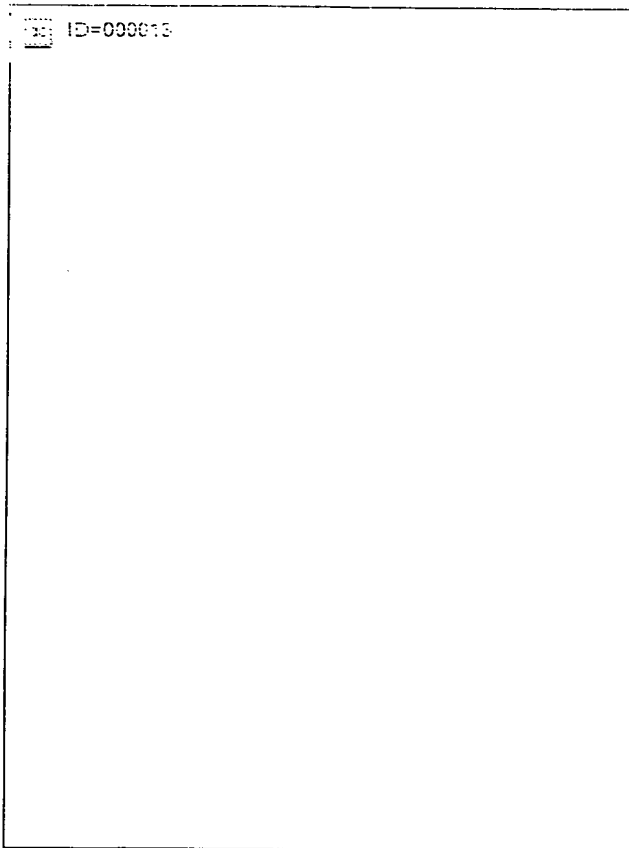
#### Description of Notations

1 -- The 1st lens group GR2 / -- The 2nd lens group, GR3 / -- The 3rd lens group, GR4 / -- The 4th lens group, L1 / -- The 1st lens, L2 / -- The 2nd lens, P / -- Prism, IMG / -- Image surface -- A zoom lens, 2 -- A zoom lens, 3 -- A zoom lens, GR1

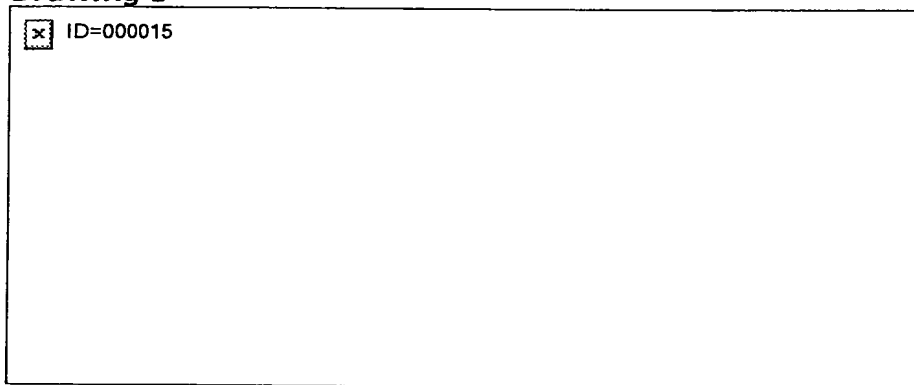
#### Drawing 2




#### Drawing 1

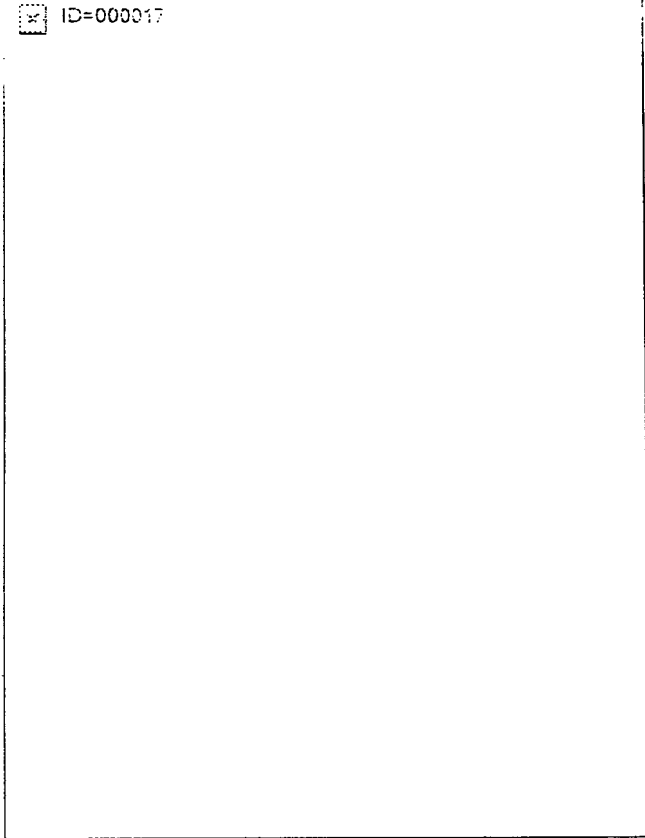


**Drawing 3**




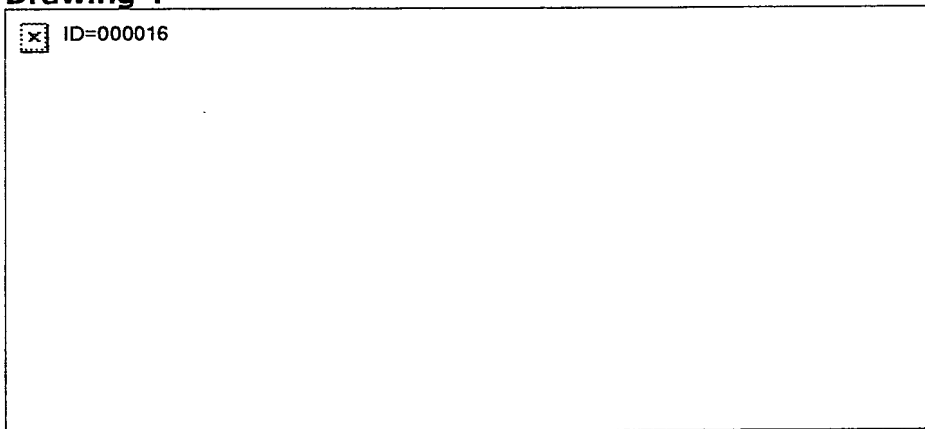
**Drawing 5**

 ID=000017




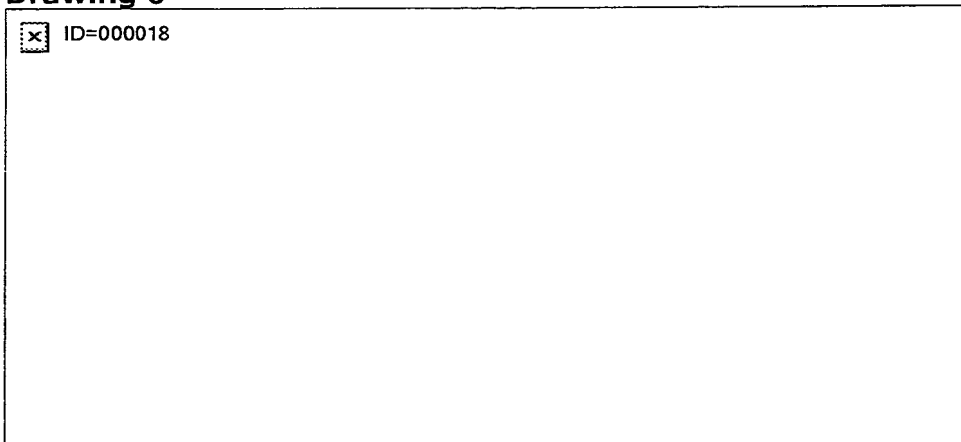
**Drawing 4**

 ID=000016




**Drawing 6**


 ID=000018




**Drawing 7**

 ID=000019

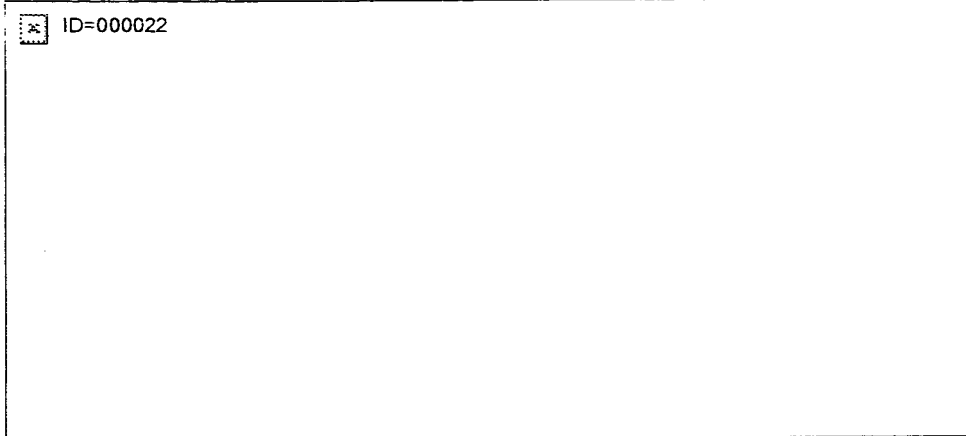
**Drawing 8**

 ID=000020

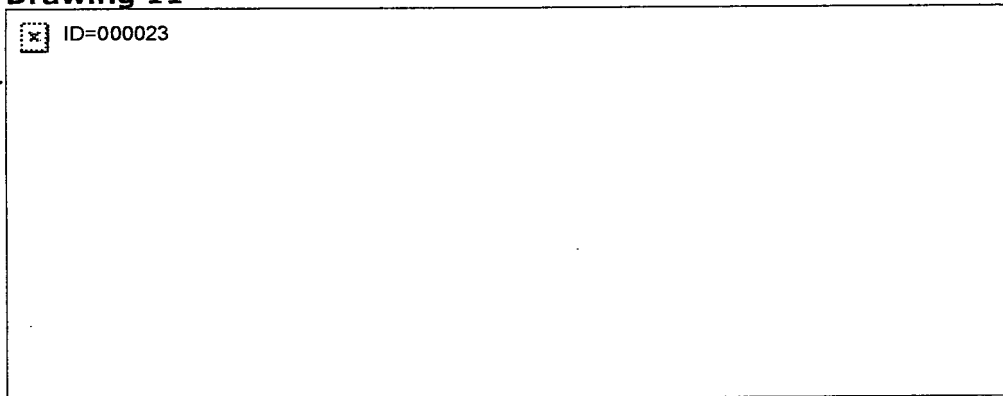
**Drawing 9**

 ID=000021

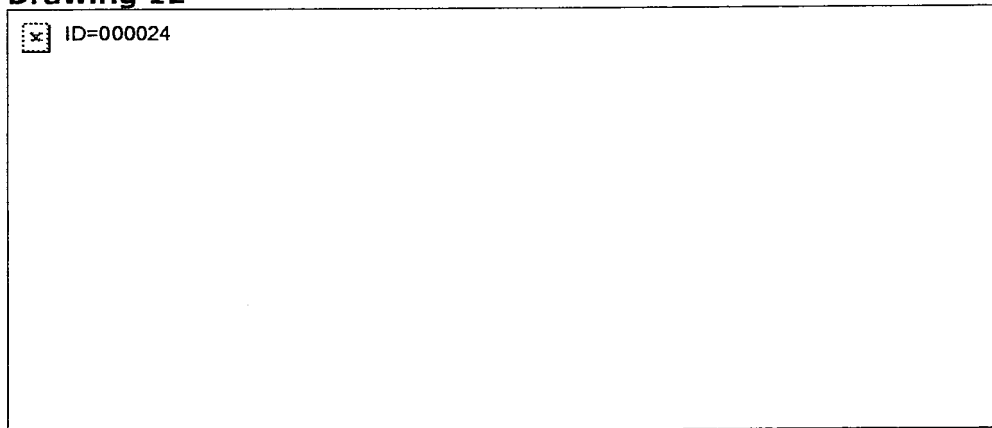
**Drawing 10**



**Drawing 11**



**Drawing 12**





(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-131610

(P2000-131610A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 15/16  
13/18

G 0 2 B 15/16  
13/18

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-307337

(22)出願日 平成10年10月28日(1998.10.28)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 末吉 正史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100069051

弁理士 小松 祐治

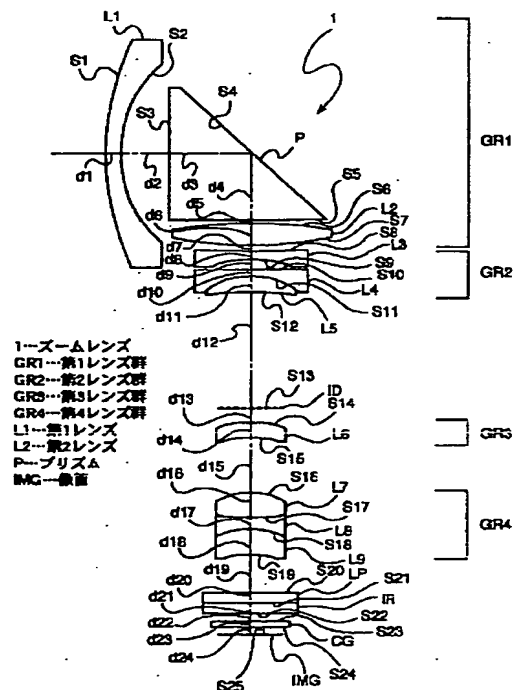
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】 ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比3倍程度の小型のズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から像面 I M G 側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 G R 1 と、負の屈折力を有する第2レンズ群 G R 2 と、正の屈折力を有する第3レンズ群 G R 3 と、正の屈折力を有する第4レンズ群 G R 4 とから成り、第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズーミングを行うようにしたズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ L 1、光路を折り曲げるプリズム P、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズ L 2 によって構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、

上記第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズームを行うようにされたズームレンズにおいて、

上記第1レンズ群が物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズによって構成されたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 以下の条件を満足するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$ndL1 > 1.75$$

$$\nu dL1 < 30$$

但し、

$ndL1$ ：第1レンズのd線での屈折率、

$\nu dL1$ ：第1レンズのd線でのアッベ数、

とする。

【請求項3】 第1レンズの少なくとも1の面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項4】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項5】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたことを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項6】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項7】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項8】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項9】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項10】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

【請求項11】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項5に記載のズームレンズ。

【請求項12】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項6に記載のズームレンズ。

【請求項13】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$ ：レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【請求項14】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項2に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$ ：レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【請求項15】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項3に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$ ：レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【請求項16】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項4に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$ ：レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【請求項17】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項5に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$ ：レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【請求項18】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項6に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$ ：レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【請求項19】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項7に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$ ：レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【請求項20】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項8に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項21】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項9に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項22】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項10に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項23】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項11に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項24】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項12に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、小型のビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等に最適な、変倍比3倍程度のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型撮像装置にあっては、より一層の小型化が求められており、これに伴って、撮影用レンズ、特に、ズームレンズは全長の短縮等による小型化が求められている。

【0003】また、上記撮影用レンズ、特に、デジタルスチルカメラ用のものにあっては、小型化と共に、広角端での画角が70°～80°程度の広角域を含むズームレンズに対する要求が高まっており、同時に、撮像素子の高画素化に対応してレンズ性能の向上も求められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】小型撮像装置用の小型のズームレンズとしては、物体側から順に、負の屈折率を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とから成るレトロフォーカスタイプの2群構成のズームレンズがある。しかし、このような2群構成のズームレンズにあっては、変倍比を大きくすることが難しく、また、ズーミング動作に伴って全長も変化するので小型の撮像機器用としては不適格である。

【0005】また、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群（バリエータ）と、正の屈折力を有する第3レンズ群（コンベンセータ）と、正の屈折力を有する第4レンズ群（マスター）とから成る4群構成のズームレンズがある。しかし、このような4群構成のズームレンズは、全長が長くなってしまうため、小型の撮像機器用としては不適格である。

【0006】更に、特開平8-248318号公報に記載されたズームレンズ、即ち、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群（バリエータ）と、正の屈折力を有する第3レンズ群（コンベンセータ）と、正の屈折力を有する第4レンズ群（マスター）とから成る4群構成のズームレンズのように、第1レンズ群の物体側の位置のレンズとレンズとの間にプリズムを配置し、第1レンズ群をプリズムを間に挟んで、物体側に負、像面側に正の屈折力を有するレンズ群に分割してアフォーカル系を構成すると共に、プリズムによって光路を折り曲げることによって前後長を短縮するようにしたものもあるが、このタイプのズームレンズは、レンズの構成枚数が多く、しかも依然として全長も長く、製造コストも高くなってしまうという問題点があった。

【0007】本発明は、上記問題点に鑑み、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比3倍程度の小型のズームレンズを提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明ズームレンズは、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、上記第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズーミングを行うようにしたズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズによって構成したものである。

【0009】従って、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比3倍程度のズームレンズを小型化することが可能になる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下に、本発明ズームレンズの実施の形態について、添付図面を参照して説明する。尚、図1乃至図4は第1の実施の形態（数値実施例1）、図5乃至図8は第2の実施の形態（数値実施例2）、図9乃至図12は第3の実施の形態（数値実施例3）をそれぞれ示すものである。

【0011】初めに、各実施の形態における共通の事項について説明する。

【0012】尚、以下の説明において、「 $S_i$ 」は物体側から数えて $i$ 番目の面、「 $R_i$ 」は上記面 $S_i$ の曲率半径、「 $d_i$ 」物体側から $i$ 番目の面と $i+1$ 番目の面との間の面間隔、「 $ndLi$ 」は第 $i$ レンズ（ $L_i$ ）の $d$ 線（波長587.6nm）での屈折率、「 $rdLi$ 」は第 $i$ レンズ（ $L_i$ ）の $d$ 線でのアッベ数、「 $f$ 」はレンズ全系の焦点距離、「 $Fno.$ 」は開放 $F$ 値、「 $\omega$ 」半画角を示すものとする。但し、 $nd$ 又は $rd$ の後に $P$ 、 $LP$ 、 $IR$ 及び $CG$ が付加されたものは、それぞれプリズム、ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ及び撮像素子のカバーガラスの屈折率又はアッベ数を示すものとする。

【0013】また、各実施の形態において用いられるレンズには、レンズ面が非球面によって構成されるものも含まれる。

【0014】非球面形状は、非球面の深さ（レンズ面の頂点からの光軸方向の距離）を「 $x$ 」、レンズ頂点での曲率半径を「 $r$ 」、円錐定数を「 $\kappa$ 」とすると、
$$x = (y^2/r) / 1 + (1 - \kappa \cdot y^2/r^2)^{1/2} + C4 \cdot y^4 + C6 \cdot y^6 + C8 \cdot y^8 + C10 \cdot y^{10}$$
によって定義されるものとする。尚、 $C4$ 、 $C6$ 、 $C8$ 及び $C10$ は、それぞれ4次、6次、8次及び10次の非球面係数である。

【0015】第1乃至第3の実施例におけるズームレンズ1、2及び3は、図1、図5及び図9に示すように、物体側から像面 $IMG$ 側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 $GR1$ と、負の屈折力を有する第2レンズ群 $GR2$ と、正の屈折力を有する第3レンズ群 $GR3$ と、正の屈折力を有する第4レンズ群 $GR4$ とから成る。ズームレンズ1乃至3は、第1レンズ群 $GR1$ は第1レンズ $L1$ 及び第2レンズ $L2$ から成る2枚のレンズとその間に配置されたプリズム、第2レンズ群 $GR2$ は第3レンズ $L3$ 、第4レンズ $L4$ 及び第5レンズ $L5$ から成る3枚のレンズ、第3レンズ群 $GR3$ は第6レンズ $L6$ 、そして、第4レンズ群 $GR4$ は第7レンズ $L7$ 、第8レンズ $L8$ 及び第9レンズ $L9$ から成る3枚のレンズをそれぞれ有する4群9枚構成のものである。

【0016】また、第2レンズ群 $GR2$ と第3レンズ群 $GR3$ との間には絞り $ID$ が、第4レンズ群 $GR4$ と像面 $IMG$ との間には物体側から順に、ローパスフィルタ $LP$ 、赤外カットフィルタ $IR$ 及び $CCD$ のカバーガラ

ス $CG$ が配置されている。

【0017】そして、上記第2レンズ群 $GR2$ と第4レンズ群 $GR4$ とを移動させることによりズームを行うようにしたものであり、短焦点距離端（広角端）から長焦点距離端（望遠端）にズームするときには、第2レンズ群 $GR2$ は物体側から像面側に、第4レンズ群 $GR4$ は像位置を保持するように移動するものである。

【0018】尚、ズームレンズ1乃至3のフォーカス調整は、第4レンズ群 $GR4$ を移動させることによって為される。

【0019】第1レンズ群 $GR1$ は、物体側から順に、負の屈折力を有するメニスカス形状の単レンズの第1レンズ $L1$ 、光路を90°折り曲げるプリズム $P$ 、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズ $L2$ によって構成したものである。

【0020】ズームレンズ1乃至3は、以下の条件式1及び条件式2を満足するか、または、部第1レンズ $L1$ の各面のうち、少なくとも1つの面が非球面によって構成することが好ましい。

$ndL1 > 1.75$ （条件式1）

$rdL1 < 30$ （条件式2）

但し、 $ndL1$ は第1レンズ $L1$ の $d$ 線での屈折率であり、 $rdL1$ は第1レンズ $L1$ の $d$ 線でのアッベ数である。

【0021】条件式1は、正の屈折力を有する第1レンズ群 $GR1$ を構成する負の屈折力を有する単レンズである第1レンズ $L1$ による歪曲収差の発生量を規定するためのものである。即ち、 $ndL1$ の値が条件式1によって規定される範囲外となると、必要とされる第1レンズ群 $GR1$ の屈折力に対して歪曲収差の発生量が大きくなってしまい、これを第4レンズ群 $GR4$ の非球面によって補正することができなくなってしまう。

【0022】条件式2は、正の屈折力を有する第1レンズ群 $GR1$ を構成する負の屈折力を有する単レンズである第1レンズによる $L1$ による色収差の発生量を規定するためのものである。即ち、 $rdL1$ の値が条件式2によって規定される範囲外となると、正の屈折力を有する第1レンズ群 $GR1$ 内での色収差の発生量が大きくなり、これを補正することはレンズ系全体でも困難となる。

【0023】また、ズームレンズ1乃至3の第1レンズ $L1$ の物体側の面 $S1$ は、物体側に向けて凸であることが好ましい。これは、上記面 $S1$ が物体側に向けて凹であると、該凹面 $S1$ で発生する負の歪曲収差が大きくなり、これをレンズ全系で補正することが困難となるからである。

【0024】ズームレンズ1乃至3の第4レンズ群 $GR4$ を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1つの面が非球面によって構成されること、特に、最も像面側に位置するレンズの少なくとも1つの面が非球面によって

構成されていることが望ましい。

【0025】このように、第4レンズ群GR4内のレンズ面のうち、少なくとも1つの面を非球面によって構成すると、第1レンズ群GR1によって発生する広角端における負の歪曲収差を補正することができるようになり、これによって、第1レンズ群GR1の負の屈折力を有する単レンズ（第1レンズ）L1のパワーを強くすることができるようになって、より広い画角を得ることができるようになる。

【0026】更に、ズームレンズ1乃至3は、以下の条件式3を満足するように構成することが好ましい。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12 \quad (\text{条件式3})$$

但し、 $f_{GR1}$ は第1レンズ群GR1の焦点距離であり、 $f_w$ はレンズ全系の広角端での焦点距離である。

【0027】条件式3は、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1の焦点距離とレンズ全系の焦点距離との比率を規定するものである。即ち、 $f_{GR1} / f_w$ の値が4.5以下となると、第1レンズ群GR1の正のパワーが強

くなり過ぎて、第1レンズ群GR1内の正の屈折力を有する単レンズである第2レンズL2パワーが大きくなって、この単レンズL2では球面収差の補正ができなくなるか、又は、負の屈折力を有する単レンズである第1レンズのパワーが弱くなってしまって、十分な広画角化が困難になってしまう。また、 $f_{GR1} / f_w$ の値が12以上になると、第1レンズ群GR1の正のパワーが弱くなり過ぎて、ズームレンズ1乃至3の全長が長くなってしまい、小型化が困難となる。

【0028】次に、第1乃至第3の実施例に係わるズームレンズ1乃至3の固有の事項について説明する。

【0029】表1にズームレンズ1の各数値を示す。尚、 $R_i$ の数値の後に（ASP）を付記した面は非球面によって構成されたものである（後述する表4及び表7も同様。）。

【0030】

【表1】

R1=35.116	d1=1.8	ndL1=1.85000	$\nu$ dL1=23.5
R2=16.675	d2=5.5		
R3= $\infty$	d3=9.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=46.647	d6=2.8	ndL2=1.76811	$\nu$ dL2=49.7
R7=-38.962	d7=variable		
R8=-64.828	d8=1.1	ndL3=1.84000	$\nu$ dL3=43.0
R9=14.768	d9=1.1		
R10=140.620	d10=1.1	ndL4=1.75359	$\nu$ dL4=51.6
R11=8.989	d11=2.0	ndL5=1.84666	$\nu$ dL5=23.8
R12=33.286	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=9.334(ASP)	d14=2.0	ndL6=1.80610	$\nu$ dL6=40.7
R15=12.687	d15=variable		
R16=7.522	d16=3.0	ndL7=1.75955	$\nu$ dL7=50.8
R17=-40.255	d17=1.5	ndL8=1.84666	$\nu$ dL8=23.8
R18=8.007	d18=3.3	ndL9=1.69350	$\nu$ dL9=53.3
R19=24.197(ASP)	d19=variable		
R20= $\infty$	d20=1.5	ndLP=1.55282	$\nu$ dLP=63.4
R21= $\infty$	d21=1.2	ndIR=1.51680	$\nu$ dIR=64.2
R22= $\infty$	d22=1.00		
R23= $\infty$	d23=0.75	ndCG=1.55671	$\nu$ dCG=58.6
R24= $\infty$	d24=1.0		
R25= $\infty$			

【0031】上記表1に示すように、ズームレンズ1の

ズーミング及びフォーカシング動作に伴って面間隔d

7、d12、d15及びd19は可変(variable)である。従って、表2に広角端( $f=5.3$ )、望遠端( $f=15.6$ )及び広角端と望遠端との中間焦点位置( $f=9.0$ )におけるd7、d12、d15及びd19の各数値、並びに、FNo.、 $f$ 及び $\omega$ を示す。

【0032】

【表2】

f	5.3	9.0	15.5
FNo.	2.4	2.8	3.1
$\omega$	37.0°	24.0°	14.5°
d7	0.8	8.36	18.76
d12	15.01	7.45	2.05
d15	7.02	4.96	2.0
d19	4.82	6.88	9.84

【0033】また、第3レンズ群GR3の第6レンズL6の物体側の面S14及び第4レンズ群GR4の第9レンズL9の像面側の面S19は非球面によって構成されている。以下の表3に上記面S14及びS19の4次、6次、8次及び10次の非球面係数C4、C6、C8及びC10を示す。

【0034】

【表3】

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
S14(R14)	0	-0.9142E-04	0.3775E-05	-0.4308E-06	0.1500E-07
S19(R19)	0	0.1217E-02	0.2458E-04	0.1236E-05	0.1235E-07

【0035】尚、上記表3中の「E」は、10を底とする指数表現を意味するものとする。(後述する表7及び表11においても同様。)

【0036】図2乃至図4にズームレンズ1の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図をそれぞれ示す。尚、球面収差図において、実線はe線(波長546.1nm)、点線(ピッチの短い方の破線)はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はd線、破線はF線(波長486.1nm)、二点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図

において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

【0037】上記ズームレンズ1においては、第4レンズ群GR4を3枚のレンズL7、L8及びL9の接合レンズによって構成することにより、第4レンズ群GR4内での偏心による像面の倒れを小さくし、製造をも容易にするようにしたものである。

【0038】表4にズームレンズ2の各数値を示す。

【0039】

【表4】

R1=43.203	d1=2.0	ndL1=1.84666	ν dL1=23.8
R2=16.054	d2=4.0		
R3=∞	d3=0.5	ndP=1.56883	ν dP=56.0
R4=∞	d4=8.5	ndP=1.56883	ν dP=56.0
R5=∞	d5=0.5		
R6=40.072	d6=2.9	ndL2=1.83500	ν dL2=43.0
R7=-40.072	d7=variable		
R8=-130.120	d8=1.1	ndL3=1.83500	ν dL3=43.0
R9=11.909	d9=1.29		
R10=∞	d10=1.0	ndL4=1.75359	ν dL4=51.6
R11=7.755	d11=2.2	ndL5=1.84666	ν dL5=23.8
R12=31.164	d12=variable		
R13=∞	d13=1.5		
R14=9.845(ASP)	d14=1.5	ndL6=1.69350	ν dL6=53.3
R15=18.742	d15=variable		
R16=9.080	d16=2.5	ndL7=1.69350	ν dL7=53.3
R17=-9.050	d17=1.0	ndL8=1.84666	ν dL8=23.8
R18=-104.181	d18=4.75		
R19=35.898(ASP)	d19=1.0	ndL9=1.49200	ν dL9=57.2
R20=24.197(ASP)	d20=variable		
R21=∞	d21=1.5	ndLP=1.55232	ν dLP=63.4
R22=∞	d22=1.2	ndIR=1.51680	ν dIR=64.2
R23=∞	d23=1.0		
R24=∞	d24=0.75	ndCG=1.55671	ν dCG=58.6
R25=∞	d25=1.0		
R26=∞			

【0040】上記表4に示すように、ズームレンズ2のズームリング及びフォーカシング動作に伴って面間隔d7、d12、d15及びd20は可変(variable)である。従って、表5に広角端(f=5.3)、望遠端(f=15.5)及び広角端と望遠端との中間焦点位置(f=9.0)におけるd7、d12、d15及びd20の各数値、並びに、FNo.、f及びωを示す。

【0041】

【表5】

f	5.3	9.0	15.5
FNo.	2.8	3.1	3.8
ω	37.0°	24.0°	14.5°
d7	0.8	7.17	11.4
d12	12.65	8.28	2.05
d15	8.99	6.09	2.0
d20	8.67	6.57	10.66

【0042】また、第3レンズ群GR3の第6レンズL6の物体側の面S14及び第4レンズ群GR4の第9レンズL9の物体側の面S19及び像面側の面S20は非球面によって構成されている。以下の表6に上記面S14、S19及びS20の4次、6次、8次及び10次の非球面係数C4、C6、C8及びC10を示す。

【0043】

【表6】

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
S14(R14)	0	-0.1224E-03	0.9870E-05	-0.1144E-05	0.4671E-07
S19(R19)	0	-0.9497E-03	0.3720E-04	-0.6771E-05	0.3284E-06
S20(R20)	0	-0.5412E-04	0.7292E-04	-0.8809E-05	0.4530E-06

【0044】図6乃至図8にズームレンズ2の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図をそれぞれ示す。尚、球面収差図において、実線はe線、点線はC線、一点鎖線はd線、破線はF線、二点鎖線はg線における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

【0045】また、ズームレンズ2においては、第4レンズ群GR4の第9レンズL9にプラスチック製の非球面レンズを使用し、小型化、高性能化と共に、安価に製造できるズームレンズを構成している。

【0046】表7にズームレンズ3の各数値を示す。

【0047】

【表7】

R1=35.641	d1=1.8	ndL1=1.85000	$\nu$ dL1=23.5
R2=16.216(ASP)	d2=5.5		
R3= $\infty$	d3=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=32.208	d6=2.8	ndL2=1.76656	$\nu$ dL2=49.9
R7=-58.283	d7=variable		
R8=-59.723	d8=1.1	ndL3=1.84000	$\nu$ dL3=43.0
R9=17.458	d9=1.1		
R10= $\infty$	d10=1.0	ndL4=1.84000	$\nu$ dL4=43.0
R11=7.863	d11=2.0	ndL5=1.83916	$\nu$ dL5=23.8
R12=48.420	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=10.434(ASP)	d14=2.0	ndL6=1.80610	$\nu$ dL6=40.7
R15=15.066	d15=variable		
R16=7.899	d16=3.0	ndL7=1.79554	$\nu$ dL7=46.8
R17=-33.011	d17=1.5	ndL8=1.80688	$\nu$ dL8=25.6
R18=8.097	d18=3.3	ndL9=1.69850	$\nu$ dL9=58.3
R19=22.035(ASP)	d19=variable		
R20= $\infty$	d20=1.5	ndLP=1.55282	$\nu$ dLP=63.4
R21= $\infty$	d21=1.2	ndLR=1.51680	$\nu$ dLR=64.2
R22= $\infty$	d22=1.0		
R23= $\infty$	d23=0.75	ndCG=1.55871	$\nu$ dCG=58.6
R24= $\infty$	d24=1.0		
R25= $\infty$			

【0048】上記表7に示すように、ズームレンズ3のズームング及びフォーカシング動作に伴って面間隔d7、d12、d15及びd19は可変(variable)である。従って、表8に広角端( $f=5.3$ )、望遠端( $f=15.5$ )及び広角端と望遠端との中間焦点位置( $f=9.0$ )におけるd7、d12、d15及びd19の各数値、並びに、FNo.、 $f$ 及び $\omega$ を示す。

【0049】

【表8】



f	5.3	9.0	15.5
FNo.	2.4	2.6	3.1
$\omega$	37.0°	24.0°	14.5°
d7	0.8	8.08	19.2
d12	14.41	7.12	2.0
d15	7.28	5.11	2.0
d19	5.19	7.34	10.45

【0050】また、第1レンズ群の第1レンズL1の像面側の面S2、第3レンズ群GR3の第6レンズL6の物体側の面S14及び第4レンズ群GR4の第9レンズL9の像面側の面S19は非球面によって構成されている。以下の表3に上記面S2、S14及びS19の4次、6次、8次及び10次の非球面係数C4、C6、C8及びC10を示す。

【0051】

【表9】

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
S2(R2)	0	-0.4475E-05	0.2083E-07	-0.6283E-10	-0.7920E-12
S14(R14)	0	-0.6561E-04	0.1709E-05	-0.1885E-08	0.6981E-08
S19(R19)	0	0.1058E-02	0.2442E-04	0.4797E-06	0.3475E-07

【0052】ズームレンズ3においては、上記したように、第1レンズ群GR1内の第1レンズL1の像面側の面S2を非球面によって構成することによって、像面湾曲及び長焦点距離域での球面収差を補正するようにしている。

【0053】図10乃至図12にズームレンズ3の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図をそれぞれ示す。尚、球面収差図において、実線はe線、点線はC線、一点鎖線はd線、破線はF線、二点鎖線はg線における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を

示すものである。

【0054】上記ズームレンズ3においては、第1の実施例におけるズームレンズ1と同様に、第4レンズ群GR4を3枚のレンズL7、L8及びL9の接合レンズによって構成することにより、第4レンズ群GR4内での偏心による像面の倒れを小さくし、製造をも容易にするようにしたものである。

【0055】以下の表10に上記第1乃至第3の実施例に示したズームレンズ1乃至3の条件式1乃至3の各条件を求めるための各数値及び各条件式の値を示す。

【0056】

【表10】

実施の形態	ndL1	$\nu$ dL1	fGR1	f <sub>w</sub>	fGR1/f <sub>w</sub>
1	1.85009	23.5	38.29	5.3	7.22
2	1.84668	23.8	32.99	5.3	6.22
3	1.85009	23.5	36.94	5.3	6.97

【0057】ズームレンズ1乃至3は、上記表10からも明らかなように、条件式1乃至3の条件を満足し、また、各収差図に示すように、広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端において、各種収差もバランス良く補正されている。

【0058】このように、ズームレンズ1乃至3は、広角端における画角が74°と、十分に広角領域を含むものであり、各種収差も良好に補正されているため、特に、画素数の多い撮像素子を使用したデジタルスチルカメラ用として好適なものである。

【0059】尚、前記実施の形態において示した各部の具体的な形状及び構造は、何れも本発明を実施するに当たっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0060】

【発明の効果】以上に記載したところから明らかなように本発明ズームレンズは、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、上記第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズームを行うようにしたズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズによって構成したので、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比3倍程度のズームレンズを小型化することができる。

【0061】請求項2に記載したズームレンズにあっては、ndL1を第1レンズのd線での屈折率、 $\nu$ dL1を第1レンズのd線でのアッペ数とすると、ndL1>

1.75、 $\text{nd} \cdot \text{L}1 < 30$ の各条件を満足するようにしたので、第1レンズ群で発生する歪曲収差及び色収差を良好に補正することができる。

【0062】請求項3に記載したズームレンズにあっては、第1レンズの少なくとも1の面を非球面によって構成したので、像面湾曲及び長焦点距離域における球面収差を良好に補正することができる。

【0063】請求項4乃至請求項6に記載した発明にあっては、第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたので、レンズ全系で補正することが困難となる負の歪曲収差が大きくなることがない。

【0064】請求項7乃至請求項12に記載した発明にあっては、第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したので、第1レンズ群より発生する広角端における負の歪曲収差を効果的に補正することができるようになるので、第1レンズ群の負の単レンズのパワーを強くすることが可能になって、より広い画角を得ることができるようになる。

【0065】請求項13乃至請求項24に記載した発明にあっては、 $f_{GR1}$ を第1レンズ群の焦点距離、 $f_w$ をレンズ全系のワイド端での焦点距離とすると、 $4.5 < f_{GR1}/f_w < 12$ の条件を満足するようにしたので、球面収差の補正、十分な広画角化及び小型化を達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図2乃至図4と共に、本発明ズームレンズの第1の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図2】広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収

差を示す図である。

【図3】広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図4】望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図5】図6乃至図8と共に、本発明ズームレンズの第2の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図6】広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図7】広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図8】望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図9】図10乃至図12と共に、本発明ズームレンズの第3の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図10】広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

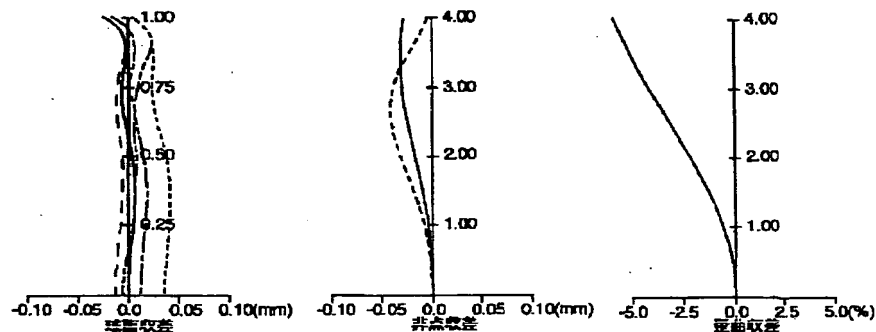
【図11】広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図12】望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

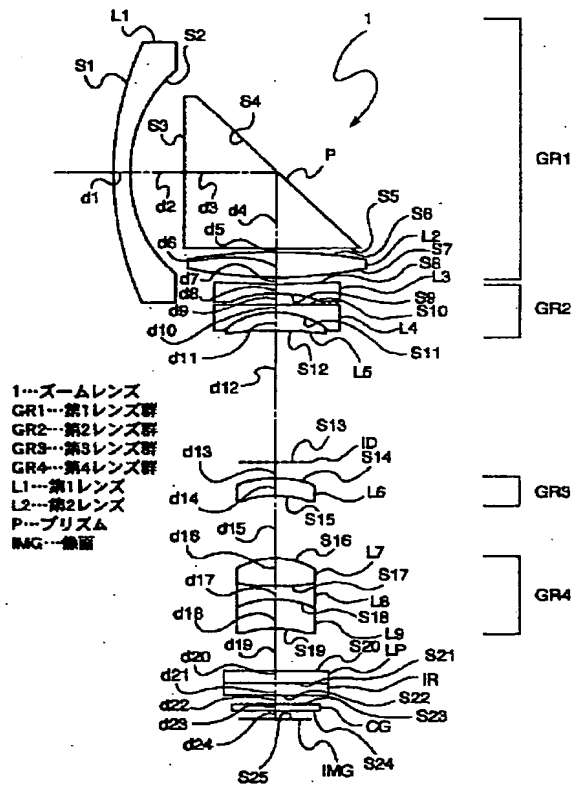
#### 【符号の説明】

1…ズームレンズ、2…ズームレンズ、3…ズームレンズ、GR1…第1レンズ群、GR2…第2レンズ群、GR3…第3レンズ群、GR4…第4レンズ群、L1…第1レンズ、L2…第2レンズ、P…プリズム、IMG…像面

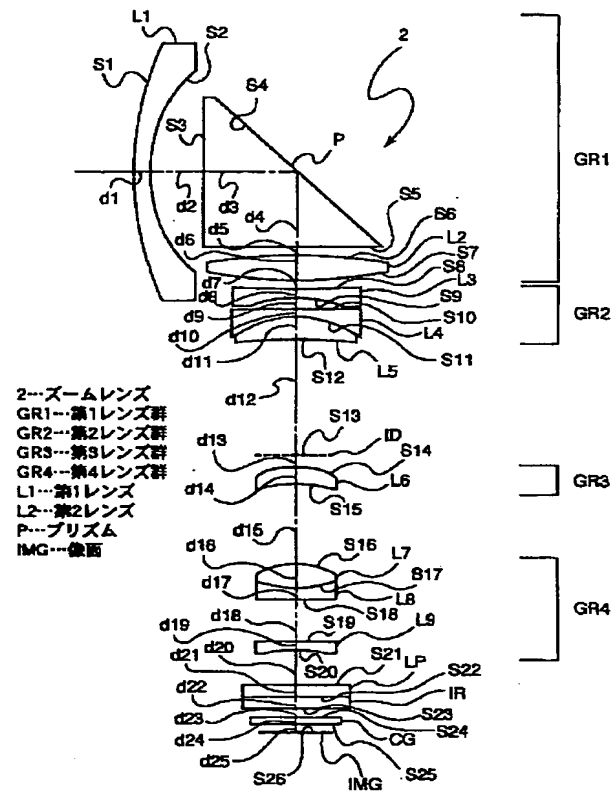
【図2】



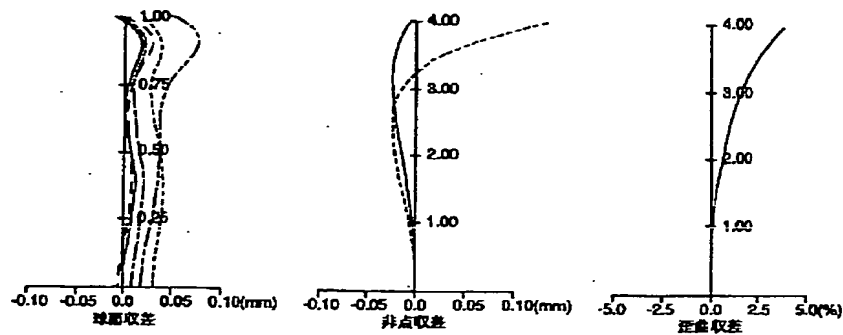
【図1】



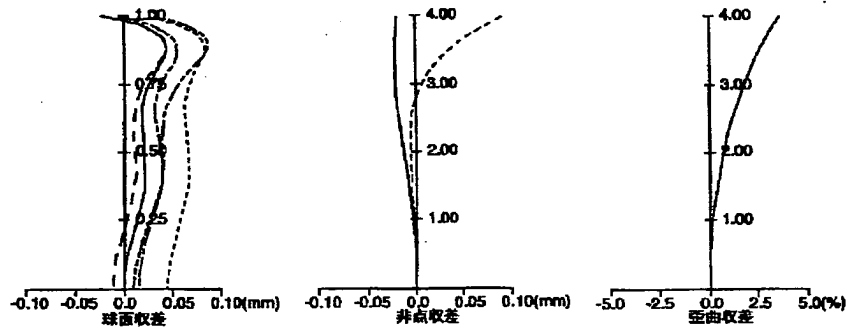
【図5】



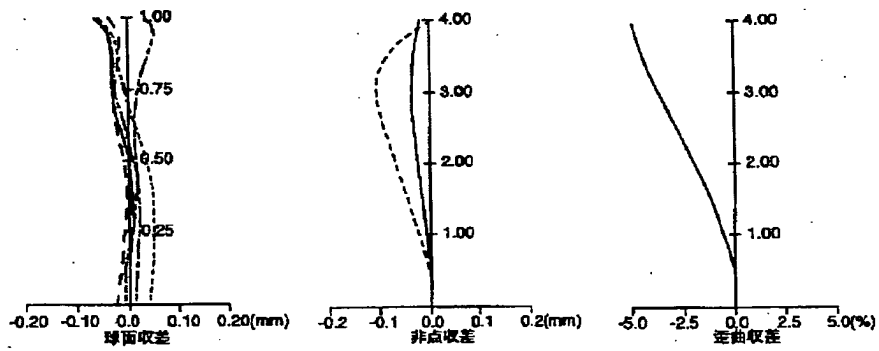
【図3】



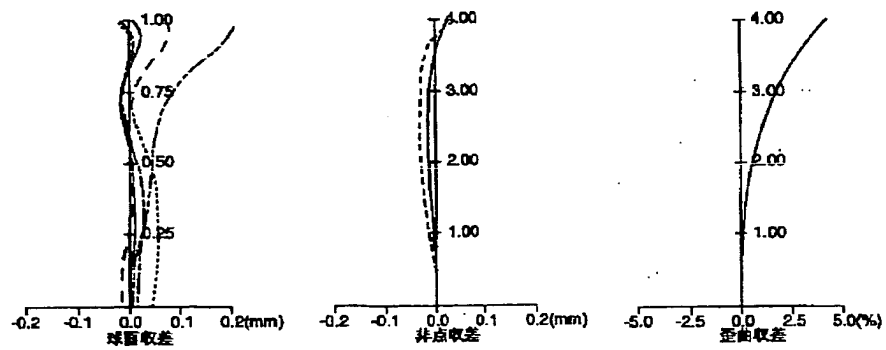
【图4】



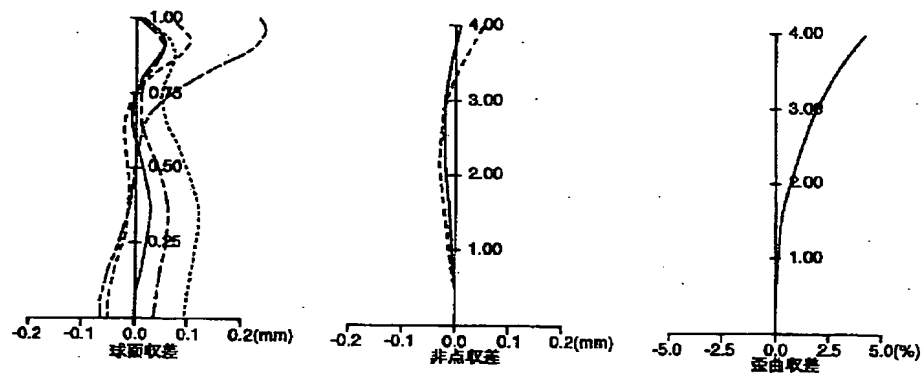
【图6】



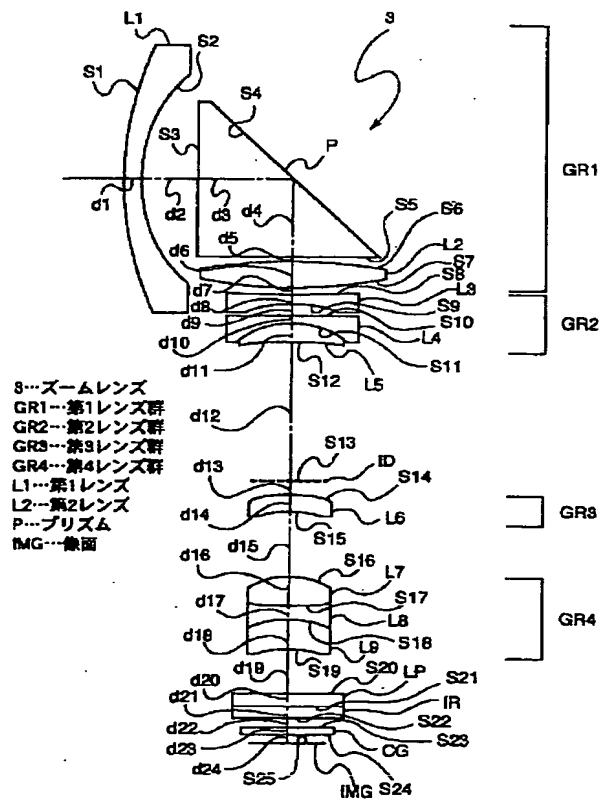
【图7】



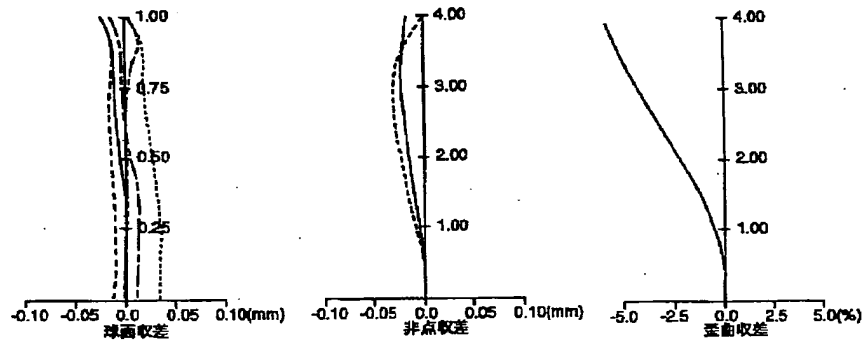
【図8】



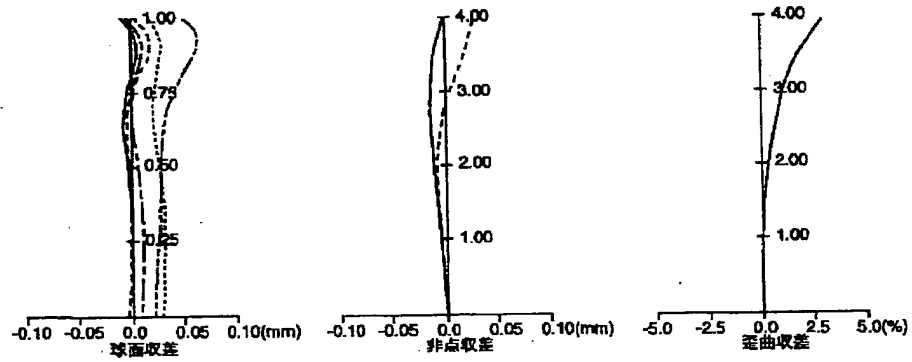
【図9】



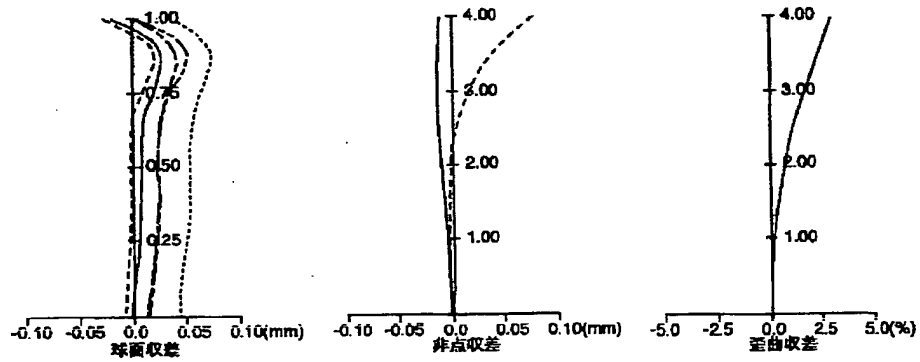
【图10】



【图11】



【图12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 MA15 PA06 PA07 PA19  
PB09 QA02 QA06 QA17 QA21  
QA26 QA32 QA37 QA42 QA45  
RA05 RA12 RA32 RA41 RA43  
SA23 SA27 SA29 SA32 SA63  
SA65 SB03 SB14 SB22 SB34  
TA03

**THIS PAGE BLANK (USPTO**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**